

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

REVISED VERSION

(19) World Intellectual Property  
Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
25 March 2004 (25.03.2004)

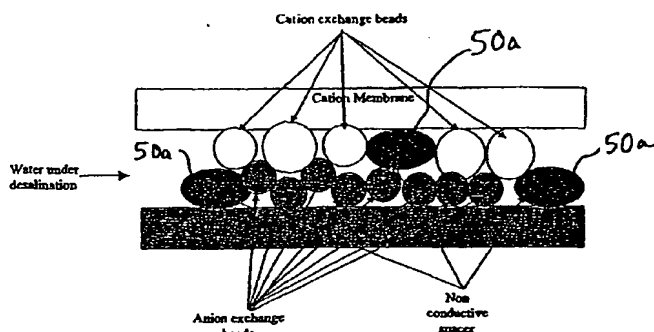
PCT

(10) International Publication Number  
WO 2004/024992 A1

- (51) International Patent Classification<sup>7</sup>: C25B 9/00, (72) Inventors; and  
C02F 1/461 (75) Inventors/Applicants (for US only): GREBENYUK, Vladimir [US/US]; 7 Kenney Court, Woburn, MA 01801 (US). CARSON, William, W. [US/US]; 14 Schofield Road, Hopkinton, MA 01748 (US). GREBENYUK, Oleg [US/US]; 7 Kenney Court, Woburn, MA 01801 (US). SIMS, Keith, J. [US/US]; 47 Rice Spring Lane, Wayland, MA 01778 (US). MACDONALD, Russell, J. [US/US]; 24 Bay Street, Wilmington, MA 01887 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US2003/028815
- (22) International Filing Date: 12 September 2003 (12.09.2003)
- (25) Filing Language: English (74) Agent: FALKOFF, Michael, I.; Ionics, incorporated, 65 Grove Street, Watertown, MA 02472 (US).
- (26) Publication Language: English (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (30) Priority Data: 60/410,144 12 September 2002 (12.09.2002) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): IONICS, INCORPORATED [US/US]; 65 Grove Street, Watertown, MA 02472 (US).

[Continued on next page]

(54) Title: SPARSE MEDIA EDI APPARATUS AND METHOD



Schematic presentation of water splitting and desalination in a bi-layer EDI dilute cell with a spacer of the present invention

cells, while mixed, layered, striped, graded or other beads may be employed in dilute cells. Ion conduction paths are no more than a few grains long and the lower packing density permits effective fluid flow. A flow cell thickness may be below one millimeter, and the beads may be discretely spaced, form a mixed or patterned monolayer, or form an ordered bilayer, and a mesh having a lattice spacing comparable to or of the same order of magnitude as resin grain size, may provide a distributed open support that assures a stable distribution of the sparse filling, and over time maintains the initial balance of uniform conductivity and good through-flow. The cells or low thickness and this resin layers relax stack size and power supply constraints, while providing treatment efficiencies and process stability. Reduced ion migration distances enhance the ion removal rate without reducing the product flow rate. The sparse resin bed may be layered, graded along the length of the path, striped or otherwise patterned. Inter-grain ion hopping is reduced or eliminated, thus avoiding the occurrence of salt-throwing which occurs at reverse bead junctions of prior art constructions. Conductivity of concentrate cells is increased, permitting more compact device construction, allowing increases in stack cell number, and providing more efficient electrical operation without ion additions. Finally, ion storage within beads is greatly reduced, eliminating the potential for contamination during reversal operation. Various methods of forming sparse beds and assembling the stacks are disclosed.

(57) Abstract: An electrodeionization, (EDI) apparatus has flow cells with a sparse distribution of ion exchange (IX) material or beads. The beads extend between membranes defining opposed walls of the cell to separate and support the membranes, and form a layer substantially free of bead-to-bead dead-end reverse junctions. The beads enhance capture of ions from surrounding fluid in dilute cells, and do not throw salt when operating current is increased. In concentrating cells, the sparse bead filling provides a stable low impedance bridge to enhanced power utilization in the stack. A monotype sparse filling may be used in concentrate



(84) **Designated States (regional):** European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(15) **Information about Correction:**

see PCT Gazette No. 34/2004 of 19 August 2004, Section II

**Published:**

— *with international search report*

(88) **Date of publication of the revised international search report:**  
19 August 2004

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US03/28815

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(7) : C25B 9/00; C02F 1/461

US CL : 204/257; 205/746, 748, 753

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 204/252-258; 205/746, 748, 753

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EAST: dilute near10 concentrat\$2 near cell; ion adj exchange adj resin; and bead;

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,116,509 A (WHITE) 26 May 1992 (26.09.1992), column 3-4, column 5, lines 15-33; column 7, lines 15-65 and column 8.	1-5, 11-16, 21-25
Y	US 4,931,160 A (GUIFFRIDA et al) 05 June 1990 (05.06.1990), column 3, lines 1-40; column 4, lines 1-40; column 6, lines 15-50.	1-5, 11-16, 21-25.

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 January 2004 (13.01.2004)

Date of mailing of the international search report

09 FEB 2004

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

Donald R. Valentine

Telephone No. 571-272-1222

**An das Europäische Patentamt**

Nur für ab 1. Juli 1999 eingereichte internationale Anmeldungen!

**Eintritt in die europäische Phase  
(EPA als Bestimmungsamt oder ausgewähltes Amt)****To the European Patent Office**

Only for international applications filed from 1 July 1999 onwards!

**Entry into the European phase  
(EPO as designated or elected Office)****A l'Office européen des brevets 1**

Seulement pour les demandes internationales déposées à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1999!

**Entrée dans la phase européenne  
(l'OEB agissant en qualité d'office désigné ou élu)**

Europäische Anmeldenummer oder, falls nicht bekannt, PCT-Aktenzeichen oder PCT-Veröffentlichungsnummer	European application number, or, if not known, PCT application or publication number <b>03 754 551.4 (PCT/US03/28815)</b>	Numéro de dépôt de la demande de brevet européen ou, à défaut, numéro de dépôt PCT ou de publication PCT
Zeichen des Anmelders oder Vertreters (max. 15 Positionen)	Applicant's or representative's reference (max. 15 spaces) <b>178402/10660</b>	Référence du demandeur ou du mandataire (15 caractères ou espaces au maximum)
<input checked="" type="checkbox"/> <b>1. Anmelder</b> Die Angaben über den (die) Anmelder sind in der internationalen Veröffentlichung enthalten oder vom Internationalen Büro nach der internationalen Veröffentlichung vermerkt worden.  <input type="checkbox"/> Änderungen, die das Internationale Büro noch nicht vermerkt hat, sind auf einem Zusatzblatt angegeben.  <b>Zustellschrift</b> (siehe Merkblatt II, 1)	<b>1. Applicant</b> Indications concerning the applicant(s) are contained in the international publication or recorded by the International Bureau after the international publication.  Changes which have not yet been recorded by the International Bureau are set out on an additional sheet.  <b>Address for correspondence</b> (see Notes II, 1) <b>14. 03. 2005</b>	<b>1. Demandeur</b> Les indications concernant le(s) demandeur(s) figurent dans la publication internationale ou ont été enregistrées par le Bureau international après la publication internationale.  Les changements qui n'ont pas encore été enregistrés par le Bureau international sont indiqués sur une feuille additionnelle.  <b>Adresse pour la correspondance</b> (voir notice II, 1)
<b>2. Vertreter</b>  <b>Name</b> (Nur einen Vertreter angeben, der in das europäische Patentregister eingetragen und an den zugestellt wird)  <b>Geschäftsanschrift</b>  <b>Telefon</b>  <b>Telefax</b> <b>Telex</b>  <input type="checkbox"/> Weitere(r) Vertreter auf Zusatzblatt	<b>2. Representative</b>  <b>Name</b> (Name only one representative who will be listed in the Register of European Patents and to whom notification will be made) <b>JAMES C PEDDER</b> <b>Address of place of business</b> London Patent Operation GE International Inc. 15 John Adam Street London, WC2N 6LU <b>Telephone</b> <b>020 7451 7020</b> <b>Fax</b> <b>Telex</b> <b>020 7451 7040</b>  Additional representative(s) on additional sheet	<b>2. Mandataire</b>  <b>Nom</b> (N'indiquer qu'un seul mandataire, qui sera inscrit au Registre européen des brevets et auquel signification sera faite)  <b>Adresse professionnelle</b>  <b>Téléphone</b>  <b>Téléfax</b> <b>Télex</b>  Autre(s) mandataire(s) sur une feuille additionnelle
<b>3. Vollmacht</b>  <input type="checkbox"/> Einzelvollmacht ist beigelegt.  <input type="checkbox"/> Allgemeine Vollmacht ist registriert unter Nummer:    <input type="checkbox"/> Allgemeine Vollmacht ist eingereicht, aber noch nicht registriert.  <input type="checkbox"/> Die beim EPA als PCT-Anmeldeamt eingereichte Vollmacht schließt ausdrücklich die europäische Phase ein.	<b>3. Authorisation</b>  Individual authorisation is attached.  General authorisation has been registered under No:    A general authorisation has been filed, but not yet registered.  The authorisation filed with the EPO as PCT receiving Office expressly includes the European phase.	<b>3. Pouvoir</b>  Un pouvoir spécial est joint.  Un pouvoir général a été enregistré sous le n°:    Un pouvoir général a été déposé, mais n'est pas encore enregistré.  Le pouvoir général déposé à l'OEB agissant en qualité d'office récepteur au titre du PCT s'applique expressément à la phase européenne.

<input checked="" type="checkbox"/> <b>4. Prüfungsantrag</b> Hiermit wird die Prüfung der Anmeldung gemäß Art. 94 EPU beantragt. Die Prüfungsgebühr wird (wurde) entrichtet.  Prüfungsantrag in einer zugelassenen Nichtamtssprache (siehe Merkblatt III, 5.2):  <hr/>	<b>4. Request for examination</b> Examination of the application under Art. 94 EPC is hereby requested. The examination fee is being (has been, will be) paid.  Request for examination in an admissible non-EPO language (see Notes III, 5.2):  <hr/>	<b>4. Requête en examen</b> Il est demandé que soit examinée la demande de brevet conformément à l'art. 94 CBE. Il est (a été, sera) procédé au paiement de la taxe d'examen.  Requête en examen dans une langue non officielle autorisée (voir notice III, 5.2):  <hr/>
<input type="checkbox"/> <b>5. Abschriften</b> Zusätzliche Abschrift(en) der im ergänzenden europäischen Recherchenbericht angeführten Schriftstücke wird (werden) beantragt.  Anzahl der <b>zusätzlichen</b> Sätze von Abschriften  <hr/>	<b>5. Copies</b> Additional copy (copies) of the documents cited in the supplementary European search report is (are) requested.  Number of <b>additional</b> sets of copies  <hr/>	<b>5. Copies</b> Prière de fournir une ou plusieurs copies supplémentaires des documents cités dans le rapport complémentaire de recherche européenne.  Nombre de jeux <b>supplémentaires</b> de copies  <hr/>
<b>6. Für das Verfahren vor dem EPA bestimmte Unterlagen</b>  6.1 Dem Verfahren vor dem EPA als <b>Bestimmungsamt</b> (PCT I) sind folgende Unterlagen zugrunde zu legen:  <input checked="" type="checkbox"/> die vom Internationalen Büro veröffentlichten <b>Anmeldungsunterlagen</b> (mit <b>allen</b> Ansprüchen, Beschreibung und Zeichnungen), gegebenenfalls mit den geänderten Ansprüchen nach Art. 19 PCT  <input type="checkbox"/> soweit sie nicht ersetzt werden durch die beigefügten <b>Änderungen</b> .  <i>Falls nötig, sind Klarstellungen auf einem Zusatzblatt einzureichen!</i>  6.2 Dem Verfahren vor dem EPA als <b>ausgewähltem Amt</b> (PCT II) sind folgende Unterlagen zugrunde zu legen:  <input checked="" type="checkbox"/> die dem Internationalen vorläufigen Prüfungsbericht zugrunde gelegten <b>Unterlagen</b> , einschließlich seiner eventuellen <b>Anlagen</b> (Solche Anlagen müssen immer beigefügt werden)  <input checked="" type="checkbox"/> soweit sie nicht ersetzt werden durch die beigefügten <b>Änderungen</b> .  <i>Falls nötig, sind Klarstellungen auf einem Zusatzblatt einzureichen!</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Sind dem EPA als mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde <b>Versuchsberichte</b> zugegangen, dürfen diese dem Verfahren vor dem EPA zugrunde gelegt werden.	<b>6. Documents intended for proceedings before the EPO</b>  6.1 Proceedings before the EPO as <b>designated Office</b> (PCT I) are to be based on the following documents:  the <b>application documents published</b> by the International Bureau (with <b>all</b> claims, description and drawings), where applicable with amended claims under Art. 19 PCT  unless replaced by the <b>amendments</b> enclosed.  <i>Where necessary, clarifications must be submitted on a separate sheet!</i>  6.2 Proceedings before the EPO as <b>elected Office</b> (PCT II) are to be based on the following documents:  the <b>documents on which the international preliminary examination report is based</b> , including its possible <b>annexes</b> (Such annexes must always be filed)  unless replaced by the <b>amendments</b> enclosed.  <i>Where necessary, clarifications must be submitted on a separate sheet!</i>  If the EPO as International Preliminary Examining Authority has received <b>test reports</b> , these may be used as the basis of proceedings before the EPO.	<b>6. Pièces destinées à la procédure devant l'OEB</b>  6.1 La procédure devant l'OEB agissant en qualité d' <b>office désigné</b> (PCT I) doit se fonder sur les pièces suivantes:  les <b>pièces de la demande publiée</b> par le Bureau international (avec <b>toutes</b> les revendications, la description et les dessins), éventuellement avec les revendications modifiées conformément à l'article 19 du PCT  dans la mesure où elles ne sont pas remplacées par les <b>modifications</b> jointes.  <i>Le cas échéant, des explications doivent être jointes sur une feuille additionnelle!</i>  6.2 La procédure devant l'OEB agissant en qualité d' <b>office élu</b> (PCT II) doit se fonder sur les pièces suivantes:  les <b>pièces sur lesquelles se fonde le rapport d'examen préliminaire international</b> , y compris ses <b>annexes</b> éventuelles (De telles annexes sont toujours à joindre)  dans la mesure où elles ne sont pas remplacées par les <b>modifications</b> jointes.  <i>Le cas échéant, des explications doivent être jointes sur une feuille additionnelle!</i>  Si l'OEB, agissant en qualité d'administration chargée de l'examen préliminaire international, a reçu des <b>rapports d'essais</b> , ceux-ci peuvent constituer la base de la procédure devant l'OEB.

<p><b>7. Übersetzungen</b> Beigefügt sind die nachfolgend angekreuzten Übersetzungen in einer der Amtssprachen des EPA (Deutsch, Englisch, Französisch):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Im Verfahren vor dem EPA als Bestimmungsamt oder ausgewähltem Amt (PCT I + II):</i></li> <li><input type="checkbox"/> Übersetzung der <b>ursprünglich eingereichten internationalen Anmeldung</b> (Beschreibung, Ansprüche, etwaige Textbestandteile in den Zeichnungen), der veröffentlichten Zusammenfassung, und etwaiger Angaben über biologisches Material nach Regel 13<sup>ter</sup>.3 und 13<sup>ter</sup>.4 PCT</li> <li><input type="checkbox"/> Übersetzung der <b>prioritätsbegründenden Anmeldung(en)</b></li> <li><input type="checkbox"/> Es wird hiermit erklärt, daß die internationale Anmeldung in ihrer ursprünglich eingereichten Fassung eine vollständige Übersetzung der früheren Anmeldung ist (Regel 38(5) EPÜ)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Zusätzlich im Verfahren vor dem EPA als Bestimmungsamt (PCT II):</i></li> <li><input type="checkbox"/> Übersetzung der nach Art. 19 PCT <b>geänderten Ansprüche</b> nebst Erklärung, falls diese dem Verfahren vor dem EPA zugrunde gelegt werden sollen (siehe Feld 6)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Zusätzlich im Verfahren vor dem EPA als ausgewähltem Amt (PCT II):</i></li> <li><input type="checkbox"/> Übersetzung der <b>Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht</b></li> </ul>	<p><b>7. Translations</b> Translations in one of the official languages of the EPO (English, French, German) are enclosed as crossed below:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>In proceedings before the EPO as designated or elected Office (PCT I + II):</i></li> <li><input type="checkbox"/> Translation of the <b>international application</b> (description, claims, any text in the drawings) <b>as originally filed</b>, of the abstract as published and of any indication under Rule 13<sup>ter</sup>.3 and 13<sup>ter</sup>.4 PCT regarding biological material</li> <li><input type="checkbox"/> Translation of the <b>priority application(s)</b></li> <li><input type="checkbox"/> It is hereby declared that the international application as originally filed is a complete translation of the previous application (Rule 38(5) EPC)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>In addition, in proceedings before the EPO as designated Office (PCT II):</i></li> <li><input type="checkbox"/> Translation of <b>amended claims</b> and any statement under Art. 19 PCT, if the claims as amended are to form the basis for the proceedings before the EPO (see Section 6)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>In addition, in proceedings before the EPO as elected Office (PCT II):</i></li> <li><input type="checkbox"/> Translation of any <b>annexes to the international preliminary examination report</b></li> </ul>	<p><b>7. Traductions</b> Vous trouverez, ci-joint, les traductions cochées ci-après dans l'une des langues officielles de l'OEB (allemand, anglais, français) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Dans la procédure devant l'OEB agissant en qualité d'office désigné ou élu (PCT I + II):</i></li> <li><input type="checkbox"/> Traduction de la <b>demande internationale telle que déposée initialement</b> (description, revendications, textes figurant éventuellement dans les dessins), de l'abrégé publié, et de toutes indications visées aux règles 13<sup>ter</sup>.3 et 13<sup>ter</sup>.4 du PCT concernant le matériel biologique</li> <li><input type="checkbox"/> Traduction de la (des) <b>demande(s) ouvrant le droit de priorité</b></li> <li><input type="checkbox"/> Il est déclaré par la présente que la demande internationale telle que déposée initialement est une traduction intégrale de la demande antérieure (règle 38(5) CBE)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>De plus, dans la procédure devant l'OEB agissant en qualité d'office désigné (PCT II) :</i></li> <li><input type="checkbox"/> Traduction des <b>revendications modifiées</b> et de la déclaration faite conformément à l'article 19 du PCT, si la procédure devant l'OEB doit être fondée sur les revendications modifiées (voir la rubrique 6)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>De plus, dans la procédure devant l'OEB agissant en qualité d'office élu (PCT II) :</i></li> <li><input type="checkbox"/> Traduction des <b>annexes du rapport d'examen préliminaire international</b></li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> <b>8. Biologisches Material</b> Die Erfindung bezieht sich auf bzw. verwendet biologisches Material, das nach Regel 28 EPÜ hinterlegt worden ist.</p> <p><input type="checkbox"/> Die <b>Angaben nach Regel 28(1)c) EPÜ</b> (falls noch nicht bekannt, die Hinterlegungsstelle und das (die) Bezugszeichen [Nummer, Symbole usw.] des Hinterlegers) sind in der internationalen Veröffentlichung oder in der gemäß Feld 7 eingereichten Übersetzung enthalten auf:</p> <p>Seite(n) / Zeile(n)</p> <hr/> <p><input type="checkbox"/> Die <b>Empfangsbescheinigung(en)</b> der Hinterlegungsstelle</p> <p><input type="checkbox"/> ist (sind) beigefügt</p> <p><input type="checkbox"/> wird (werden) nachgereicht</p> <p><input type="checkbox"/> Verzicht auf die Verpflichtung des Antragstellers nach Regel 28(3) auf gesondertem Schriftstück</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>8. Biological material</b> The invention relates to and/or uses biological material deposited under Rule 28 EPC.</p> <p><input type="checkbox"/> The <b>particulars referred to in Rule 28(1)(c) EPC</b> (if not yet known, the depository institution and the identification reference(s) [number, symbols etc.] of the depositor) are given in the international publication or in the translation submitted under Section 7 on:</p> <p>page(s) / line(s)</p> <hr/> <p><input type="checkbox"/> The <b>receipt(s) of deposit</b> issued by the depository institution</p> <p><input type="checkbox"/> is (are) enclosed</p> <p><input type="checkbox"/> will be filed at a later date</p> <p><input type="checkbox"/> Waiver of the right to an undertaking from the requester pursuant to Rule 28(3) attached.</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>8. Matière biologique</b> L'invention concerne et/ou utilise de la matière biologique, déposée conformément à la règle 28 CBE.</p> <p><input type="checkbox"/> Les <b>indications visées à la règle 28(1)c) CBE</b> (si pas encore connues, l'autorité de dépôt et la (les) référence(s) d'identification [numéro ou symboles etc.] du déposant) figurent dans la publication internationale ou dans une traduction produite conformément à la rubrique 7 à la / aux:</p> <p>page(s) / ligne(s)</p> <hr/> <p><input type="checkbox"/> Le(s) <b>récépissé(s) de dépôt</b> délivré(s) par l'autorité de dépôt</p> <p><input type="checkbox"/> est (sont) joint(s)</p> <p><input type="checkbox"/> sera (seront) produit(s) ultérieurement</p> <p><input type="checkbox"/> Renonciation, sur document distinct, à l'engagement du requérant au titre de la règle 28(3).</p>

<p><b>9. Nucleotid- und Aminosäuresequenzen</b> Die nach Regeln 5.2 und 13<sup>ter</sup> PCT sowie Regel 111(3) EPÜ erforderlichen Unterlagen liegen dem EPA bereits vor.</p> <p><input type="checkbox"/> Das schriftliche Sequenzprotokoll wird anliegend in einer Amtssprache des EPA nachgereicht.</p> <p><input type="checkbox"/> Das Sequenzprotokoll geht nicht über den Inhalt der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinaus.</p> <p><input type="checkbox"/> Der vorgeschriebene Datenträger ist beigelegt.</p> <p><input type="checkbox"/> Die auf dem Datenträger gespeicherte Information stimmt mit dem schriftlichen Sequenzprotokoll überein.</p>	<p><b>9. Nucleotide and amino acid sequences</b> The items necessary in accordance with Rules 5.2 and 13<sup>ter</sup> PCT and Rule 111(3) EPC have already been furnished to the EPO.</p> <p>The written sequence listing is furnished herewith in an official language of the EPO.</p> <p>The sequence listing does not include matter which goes beyond the content of the application as filed.</p> <p>The prescribed data carrier is enclosed.</p> <p>The information recorded on the data carrier is identical to the written sequence listing.</p>	<p><b>9. Séquences de nucléotides et d'acides aminés</b> Les pièces requises selon les règles 5.2 et 13<sup>ter</sup> PCT et la règle 111(3) CBE ont déjà été déposées auprès de l'OEB.</p> <p>La liste de séquences écrite est produite ci-joint dans une des langues officielles de l'OEB.</p> <p>La liste de séquences ne contient pas d'éléments s'étendant au-delà du contenu de la demande telle qu'elle a été déposée.</p> <p>Le support de données prescrit est joint.</p> <p>L'information figurant sur le support de données est identique à celle que contient la liste de séquences écrite.</p>
<p><b>10. Benennungsgebühren*</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 10.1 Es ist derzeit beabsichtigt, den <b>siebenfachen</b> Betrag einer Benennungsgebühr zu entrichten. Damit gelten die Benennungsgebühren für <b>alle Vertragsstaaten des EPÜ<sup>1</sup></b> als entrichtet (Art. 2 Nr. 3 GebO), soweit sie in der <b>internationalen Anmeldung</b> bestimmt sind.</p> <p><input type="checkbox"/> 10.2 Abweichend von der Erklärung in Nr. 10.1 ist derzeit beabsichtigt, <b>weniger als sieben</b> Benennungsgebühren für folgende in der <b>internationalen Anmeldung bestimmte Vertragsstaaten des EPÜ<sup>2</sup></b> zu entrichten:</p> <p>(1) <input type="text"/> _____</p> <p>(2) <input type="text"/> _____</p> <p>(3) <input type="text"/> _____</p> <p>Soweit unter Nr. 10.2 Vertragsstaaten aufgeführt sind, wird beantragt, für die dort nicht aufgeführten Vertragsstaaten von der Zustellung einer Mitteilung nach Regel 108(3) EPÜ abzuweichen.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 10.3 Wird ein <b>automatischer Abbuchungsauftrag</b> erteilt (Feld 12), so wird das EPA beauftragt, bei Ablauf der Grundfrist nach Regel 107(1)(d) EPÜ den siebenfachen Betrag einer Benennungsgebühr abzubuchen. Ist eine Erklärung nach Nr. 10.2 abgegeben worden, so sollen die Benennungsgebühren nur für die dort angegebenen Vertragsstaaten abgebucht werden, sofern dem EPA nicht bis zum Ablauf der Grundfrist ein anderslautender Auftrag zugeht.</p>	<p><b>10. Designation fees*</b></p> <p>10.1 It is currently intended to pay <b>seven times</b> the amount of the designation fee. The designation fees for <b>all the EPC contracting states<sup>1</sup> designated in the international application</b> are thereby deemed to have been paid (Art. 2 No. 3 RFees).</p> <p>10.2 The declaration in No. 10.1 does not apply. Instead, it is currently intended to pay <b>fewer than seven</b> designation fees for the following <b>EPC contracting states<sup>2</sup> designated in the international application</b>:</p> <p>(4) <input type="text"/> _____</p> <p>(5) <input type="text"/> _____</p> <p>(6) <input type="text"/> _____</p> <p>If contracting states are indicated under No. 10.2, it is requested that no communication under Rule 108(3) EPC be issued for contracting states not thus indicated.</p> <p>10.3 If an <b>automatic debit order</b> has been issued (Section 12), the EPO is authorised, on expiry of the basic period under Rule 107(1)(d) EPC, to debit seven times the amount of the designation fee. If states are indicated under No. 10.2, the EPO will debit designation fees only for those states, unless instructed otherwise before the basic period expires.</p>	<p><b>10. Taxes de désignation*</b></p> <p>10.1 Il est actuellement envisagé de payer un montant correspondant à <b>sept fois</b> la taxe de désignation. Les taxes de désignation sont ainsi réputées payées pour <b>tous les Etats contractants de la CBE<sup>2</sup> désignés dans la demande internationale</b> (art. 2, point 3 du RRT).</p> <p>10.2 Contrairement à ce qui est indiqué au n° 10.1, il est actuellement envisagé de payer <b>moins de sept</b> taxes de désignation pour les <b>Etats contractants de la CBE<sup>2</sup> suivants désignés dans la demande internationale</b>:</p> <p>(4) <input type="text"/> _____</p> <p>(5) <input type="text"/> _____</p> <p>(6) <input type="text"/> _____</p> <p>Si des Etats contractants sont mentionnés au n° 10.2, prière de ne pas procéder à la signification d'une notification prévue par la règle 108(3) CBE pour les Etats contractants n'ayant pas été y mentionnés.</p> <p>10.3 Si un <b>ordre de prélèvement automatique</b> est donné (rubrique 12), il est demandé à l'OEB de prélever, à l'expiration du délai normal visé à la règle 107(1)(d) CBE, un montant correspondant à sept fois la taxe de désignation. Si une déclaration a été faite au n° 10.2, les taxes de désignation ne sont à prélever que pour les Etats contractants qui y sont indiqués, sauf instruction contraire reçue par l'OEB avant l'expiration du délai normal.</p>

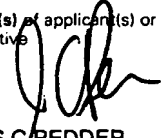
\* Form 1200 (01.02) nur verwenden für internationale Anmeldungen, die ab 1. Juli 1999 eingereicht worden sind.

\* Use Form 1200 (01.02) only for international applications filed from 1 July 1999 onwards.

\* Veuillez utiliser le formulaire 1200 (01.02) seulement pour les demandes internationales déposées à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1999.

<sup>1</sup> Stand bei Drucklegung: 20 Vertragsstaaten, und zwar: / Status when this form was printed: 20 contracting states, namely / Situation à la date d'impression : 20 Etats contractants, à savoir : AT Österreich / Austria / Autriche, BE Belgien / Belgium / Belgique, CH/LJ Schweiz und Liechtenstein / Switzerland and Liechtenstein / Suisse et Liechtenstein, CY Zypern / Cyprus / Chypre, DE Deutschland / Germany / Allemagne, DK Dänemark / Denmark / Danemark, ES Spanien / Spain / Espagne, FI Finnland / Finland / Finlande, FR Frankreich / France / France, GB Vereinigtes Königreich / United Kingdom / Royaume-Uni, GR Griechenland / Greece / Grèce, IE Irland / Ireland / Irlande, IT Italien / Italy / Italie, LU Luxemburg / Luxembourg / Luxembourg, MC Monaco / Monaco / Monaco, NL Niederlande / Netherlands / Pays-Bas, PT Portugal / Portugal / Portugal, SE Schweden / Sweden / Suède, TR Türkei / Turkey / Turquie

<sup>2</sup> Für Türkei nur möglich, falls in der internationalen Anmeldung am oder nach dem 1. November 2000 bestimmt. / For Turkey possible only if designated in the international application on or after 1 November 2000. / En ce qui concerne la Turquie, seulement si la désignation a été effectuée dans la demande internationale le 1<sup>er</sup> novembre 2000 ou à une date ultérieure.

<p><input checked="" type="checkbox"/> <b>11. Erstreckung des europäischen Patents</b> Diese Anmeldung gilt auch als Erstreckungsantrag für alle in der internationalen Anmeldung bestimmten Nicht-Vertragsstaaten des EPÜ, mit denen bei Einreichung der internationalen Anmeldung »Erstreckungsabkommen« in Kraft waren. Die Erstreckung wird jedoch nur wirksam, wenn die vorgeschriebene Erstreckungsgebühr entrichtet wird. Es ist derzeit beabsichtigt, die Erstreckungsgebühr für die nachfolgend angekreuzten Staaten zu entrichten:</p> <p><input type="checkbox"/> SI Slowenien  <input type="checkbox"/> LT Litauen  <input type="checkbox"/> LV Lettland  <input type="checkbox"/> AL Albanien  <input type="checkbox"/> RO Rumänien  <input type="checkbox"/> MK Ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien  <input type="checkbox"/> _____<sup>1)</sup></p> <p><sup>1)</sup> Platz für Staaten, mit denen »Erstreckungsabkommen« nach Drucklegung dieses Formblatts in Kraft treten und die in der internationalen Anmeldung bestimmt waren.</p>	<p><b>11. Extension of the European patent</b> This application is also considered as being a request for extension to all the non-Contracting States to the EPC designated in the international application with which "extension agreements" were in force on the date of filing the international application. However, the extension only takes effect if the prescribed extension fee is paid. It is currently intended to pay the extension fee for the States marked with a cross below:</p> <p>Slovenia Lithuania Latvia Albania Romania Former Yugoslav Republic of Macedonia  <input type="checkbox"/> _____<sup>1)</sup></p> <p><sup>1)</sup> Space for States with which "extension agreements" enter into force after this form has been printed and which were designated in the international application.</p>	<p><b>11. Extension des effets du brevet européen</b> La présente demande est également réputée demande d'extension à tous les Etats non contractants de la CBE désignés dans la demande internationale, avec lesquels existaient, lors du dépôt de la demande, des »accords d'extension«. Toutefois, l'extension ne produit ses effets que si la taxe d'extension prescrite est acquittée. Il est actuellement envisagé de payer la taxe d'extension pour les Etats dont le nom est coché ci-après:</p> <p>Slovénie Lituanie Lettonie Albanie Roumanie Ex-République yougoslave de Macédoine  <input type="checkbox"/> _____<sup>1)</sup></p> <p><sup>1)</sup> Prévu pour des Etats à l'égard desquels des »accords d'extension« entrèrent en vigueur après l'impression du présent formulaire et qui ont été désignés dans la demande internationale.</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> <b>12. Automatischer Abbuchungsauftrag (Nur möglich für Inhaber von beim EPA geführten laufenden Konten)</b> Das EPA wird beauftrag, nach Maßgabe der Vorschriften über das automatische Abbuchungsverfahren fällige Gebühren und Auslagen vom untenstehenden laufenden Konto abzubuchen. In Bezug auf die Benennungsgebühren wird auf Feld 10.3 verwiesen. Das EPA wird ferner beauftrag, die Erstreckungsgebühren für jeden in Feld 11 angekreuzten »Erstreckungsstaat« bei Ablauf der Grundfrist zu ihrer Zahlung abzubuchen, sofern ihm nicht bis dahin ein anderslautender Auftrag zugeht.</p> <p>Nummer und Kontoinhaber  <input type="text"/></p>	<p><b>12. Automatic debit order (for EPO deposit account holders only)</b> The EPO is hereby authorised, under the Arrangements for the automatic debiting procedure, to debit from the deposit account below any fees and costs falling due. For designation fees, see Section 10.3. The EPO is also authorised, on expiry of the basic period for paying the extension fees, to debit those fees for each of the "extension states" marked with a cross in Section 11, unless instructed otherwise before the said period expires.</p> <p>Number and account holder        28050186 - GE International Inc</p>	<p><b>12. Ordre de prélèvement automatique (uniquement possible pour les titulaires de comptes courants ouverts auprès de l'OEB)</b> Par la présente, il est demandé à l'OEB de prélever du compte courant ci-dessous les taxes et frais venant à échéance, conformément à la réglementation relative au prélèvement automatique. Pour les taxes de désignation, se reporter à la rubrique 10.3. Il est en outre demandé à l'OEB de prélever, à l'expiration du délai normal prévu pour leur paiement, les taxes d'extension pour chaque »Etat autorisant l'extension« coché à la rubrique 11, sauf instruction contraire reçue avant l'expiration de ce délai.</p> <p>Numéro et titulaire du compte  <input type="text"/></p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> <b>13. Eventuelle Rückzahlungen auf das beim EPA geführte laufende Konto</b>        Nummer und Kontoinhaber  <input type="text"/></p>	<p><b>13. Any reimbursement to EPO deposit account</b>        Number and account holder        28050186 -GE International Inc</p>	<p><b>13. Remboursements éventuels à effectuer sur le compte courant ouvert auprès de l'OEB</b>        Numéro et titulaire du compte  <input type="text"/></p>
<p><b>14. Unterschrift(en) des (der) Anmelders(s) oder Vertreters</b>        Ort / Datum        Für Angestellte (Art. 133(3) EPÜ) mit allgemeiner Vollmacht:        Nr. <input type="text"/></p> <p><small>Name(n) des (der) Unterzeichneten bitte in Druckschrift wiederholen. Bei juristischen Personen bitte auch die Stellung des (der) Unterzeichneten innerhalb der Gesellschaft in Druckschrift angeben.</small></p>	<p><b>14. Signature(s) of applicant(s) or representative</b>          JAMES C PEDDER        Place / Date        LONDON, 11 MARCH 2005        For employees (Art. 133(3) EPC) having a general authorisation:        No. <input type="text"/></p> <p><small>Please print name(s) under signature(s). In the case of legal persons, the position of the signatory within the company should also be printed.</small></p>	<p><b>14. Signature(s) du (des) demandeur(s) ou du mandataire</b>        Lieu / Date        Pour les employés (art. 133(3) CBE) disposant d'un pouvoir général:        N° <input type="text"/></p> <p><small>Le ou les noms des signataires doivent être indiqués en caractères d'imprimerie. S'il s'agit d'une personne morale, la position occupée au sein de celle-ci par le ou les signataires doit également être indiquée en caractères d'imprimerie.</small></p>

**Annex to Form 1200**  
To accompany replacement claims

EPO - DG 1

14. 03. 2005

(71)

<b>European Patent Application Number:</b>	<b>EP 03 754 551.4</b>
<b>PCT Application Number:</b>	<b>PCT/US03/28815</b>
<b>Applicant's Reference</b>	<b>178402/10660</b>

We hereby state that in filing the attached replacement claims we are not abandoning any subject-matter contained in the above-identified International Application designating the European Patent Office.



**JAMES C PEDDER - Authorised Representative**  
London, 11 March, 2005

**CLAIMS:-**

1. An electrode ionization apparatus comprising dilute cells and concentrate cells defined between ion permeable membranes, said dilute and concentrate cells being arranged between an anode electrode and a cathode electrode, and configured such that ions present in a flow of feed water passing through a dilute cell are captured by exchange resin and move under influence of an electric potential applied by the electrodes into adjacent concentrate cells, being thereby removed from the flow so as to form an at least partially deionized product water, and wherein at least some of said cells contain a sparse distribution of ion exchange resin.
2. A method of filling an EDI cell, such method comprising the steps of assembling a spacer on a first membrane, wherein the spacer defines a fluid flow region adjacent the first membrane sprinkling ion exchange beads into the flow region as a sparse distribution, and assembling a second membrane over the spacer thereby forming a sparsely filled EDI cell.
3. An EDI apparatus comprising a plurality of dilute cells alternating with concentrate cells, each dilute cell being defined between an anion exchange membrane and a cation exchange membrane, and a sparse distribution of substantially mutually separate ion exchange beads in the cell for stripping ions from fluid passing through the cell and conducting stripped ions to an adjacent membrane.
4. An EDI apparatus comprising a plurality of dilute cells alternating with concentrate cells, the cells being defined between an anion exchange membrane and a cation exchange membrane, and comprising a monolayer of mixed type ion exchange beads positioned between the anion exchange membrane and the cation exchange membrane.
5. An EDI apparatus comprising a plurality of dilute cells alternating with concentrate cells, each cell being defined between a first membrane and a second membrane, and a layer of ion exchange beads positioned between the first membrane and the second membrane, wherein the layer is substantially free of bead-to-bead reverse junctions.

6. An EDI apparatus comprising a plurality of dilute cells alternating with concentrate cells, each dilute cell being defined between a first ion exchange membrane and a second ion exchange membrane, and ion exchange beads positioned between the first-ion exchange membrane and the second ion exchange membrane, the ion exchange beads including anion exchange beads and cation exchange beads for stripping ions from fluid passing through the cell, said beads being positioned in a layer configured to not throw salt as applied voltage is increased in operation.

7. An EDI apparatus comprising a plurality of dilute cells alternating with concentrate cells, each dilute cell being defined between a first ion exchange membrane and a second ion exchange membrane, and ion exchange beads positioned between the first ion exchange membrane and the second ion exchange membrane, the ion exchange beads including anion exchange beads and cation exchange beads for stripping ions from fluid passing through the cell, said beads being positioned in a sparse layer of substantially non-contiguous beads substantially free of reverse bead junctions, and wherein individual beads contact both said first and said second membrane and conduct ions to a single membrane under influence of a transversely-applied electric field.

8. An EDI apparatus comprising a plurality of dilute cells alternating with concentrate cells and positioned between electrodes, wherein a cell is defined between a first ion exchange membrane having protruding bumps of ion exchange material and a second ion exchange membrane, wherein the protruding bumps of ion exchange material support the first and second membranes apart defining a flow space under about one millimeter thick between said membranes.

9. An improved method of forming a resin filled EDI cell, such method comprising the steps of arranging a plurality of ion exchange membranes between a pair of electrodes configured to apply an electric field transversely to said membranes, and providing a sparse distribution of ion exchange material between adjacent ones of the membranes.

10. An improved method of purifying fluid by electrode ionization, wherein the improvement is characterized by the step of providing a sparse distribution of ion exchange material in one or more types of cells within an electrode ionization apparatus.
11. Apparatus for filling EDI cells comprising a deposition assembly for sprinkling a controlled quantity of ion exchange beads as a sparse distribution in an EDI flow chamber.
12. A method of forming a layer of ion exchange beads wherein the method includes the step of wet sieving beads through a screen to capture the layer in the screen.
13. A method of forming a distribution of ion exchange beads in a cell of an electrode ionization apparatus, wherein the method includes the steps of positioning a sparse distribution of said beads and restraining movement of the beads with a mesh to provide a stable sparse bead distribution in the cell.



## CONFIRMATION

GE  
London Patent Operation  
15 John Adam Street  
London WC2N 6LU  
UK

T +44 (0)20 7451 7020  
F +44 (0)20 7451 7040

### VIA FACSIMILE AND POST

European Patent Office  
P.B. 5818 - Patentlaan 2  
2280 HV RIJSWIJK (ZH)  
Netherlands

EPO - DG 1

10. 11. 2005

(59)

9 November 2005

Dear Sirs

**European Patent Application No. 03 754 551.4-2119**  
**IONICS, INCORPORATED**  
**Our Ref: 178402/10660**

With reference to the official communication dated 3 November 2005 transmitting a partial European Search Report, we hereby confirm that we would like a search carried out in respect of claim 12 identified in Sheet B of the communication.

Yours faithfully

**JAMES C. PEDDER – AUTHORISED REPRESENTATIVE**

JCP/hjk

09/11 '05 16:22 FAX

→ EPO HAGUE

001

001 09.11.2005 16:18:45

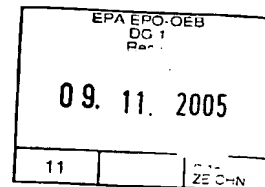


GE  
London Patent Operation  
15 John Adam Street  
London WC2N 6LU  
UK

T +44 (0)20 7451 7020  
F +44 (0)20 7451 7040

**VIA FACSIMILE AND POST**

European Patent Office  
P.B. 5318 - Patentlaan 2  
2280 HV RIJSWIJK (ZH)  
Netherlands



9 November 2005

Dear Sirs

**European Patent Application No. 03 754 551.4-2119**  
**IONICS, INCORPORATED**  
**Our Ref: 178402/10660**

With reference to the official communication dated 3 November 2005 transmitting a partial European Search Report, we hereby confirm that we would like a search carried out in respect of claim 12 identified in Sheet B of the communication.

Yours faithfully

**JAMES C. PEDDER – AUTHORISED REPRESENTATIVE**

JCP/hjk